

На правах рукописи

ПЕТРОВ АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕЛКОВОГО КОНЦЕНТРАТА
«АГРО-МАТИК» ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ТИЛЯПИИ**

Специальность: 06.02.08 – Кормопроизводство,
кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва – 2022

Работа выполнена на кафедре кормления животных ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

Научный руководитель: **Буряков Николай Петрович,**
доктор биологических наук, профессор,
заведующий кафедрой кормления животных
ФГБОУ ВО «Российский государственный
аграрный университет – МСХА имени
К.А. Тимирязева»

Официальные оппоненты: **Ранделин Дмитрий Александрович,**
доктор биологических наук, доцент,
заведующий кафедрой «Водные биоресурсы и
аквакультура» ФГБОУ ВО «Волгоградский
государственный аграрный университет»

Бахта Алеся Александровна,
кандидат биологических наук, доцент, доцент
кафедры биохимии и физиологии ФГБОУ ВО
«Санкт-Петербургский государственный
университет ветеринарной медицины»

Ведущая организация: ФГБУ «Центральное управление по
рыбохозяйственной экспертизе и нормативам
по сохранению, воспроизводству водных
биологических ресурсов и акклиматизации»

Защита состоится «08» июля 2022 г. в 12:30 часов на заседании диссертационного совета Д 220.043.09 на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет–МСХА имени К.А. Тимирязева», по адресу: 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 19, тел/факс: 8(499)976-21-84.

Юридический адрес для отправки почтовой корреспонденции (отзывов): 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» и на сайте Университета: <http://www.timacad.ru>.

Автореферат разослан «___» _____ 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 220.043.09,
кандидат биологических наук

А.С. Заикина

1. Общая характеристика работы

Актуальность исследования. Аквакультура – одно из направлений рыбохозяйственного комплекса, связанное с разведением и выращиванием водных организмов в частично или полностью контролируемых человеком условиях, с целью получения ценной пищевой, кормовой и технической продукции. Объектами культивирования являются рыбы, моллюски, ракообразные, иглокожие, земноводные, водоросли и другие группы гидробионтов [Жигин А.В., 2021].

Согласно информации ФАО ООН, объем производства в мировой аквакультуре в 2018 году составил 81 млн. тонн – около 46% от общего количества водных биологических ресурсов. При этом совокупный объем производства рыбы в мире к 2030 г. увеличится до 204 млн. тонн, на 15% превысив уровень 2018 г. Ожидается, что прирост произойдет в основном за счет доли аквакультуры [The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA), 2020].

Продукты питания, производимые рыбной промышленностью, являются важным источником белка животного происхождения. Во всем мире, особенно в прибрежных государствах, рыбное хозяйство рассматривается, как один из основных компонентов обеспечения продовольственной безопасности государства, играя важную роль в обеспечении населения рыбными продуктами [Ильясов С.В., 2004, Жигин А.В., 2011].

В настоящее время все больше внимания уделяется так называемым нетрадиционным белковым продуктам. Исследователями постоянно проводится работа по комплексному совершенствованию рецептур рыбных кормов, поиску новых компонентов и кормовых средств, которые увеличивают прирост и снижают кормовые затраты и, в целом, повышают рентабельность производства продукции. Снижение стоимости кормов возможно за счет частичного замещения основных и дорогих компонентов (рыбной муки и жиров) альтернативными источниками белка растительного происхождения [Воронова Ю.Г., 1989; Гамыгин Е.А., Набил С., 1996; Шилин И.В., 2000; Абросимова Н.А., 2001; Скляр В.Я., 2008; Пономарев С.В., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А., 2013].

Научное и практическое значение, актуальность проведенных исследований связаны с введением различного уровня белкового концентрата «Агро-Матик» в корма для тилапий, направленных на получение качественной и рентабельной продукции.

Степень разработанности темы. Перспективным направлением пресноводной аквакультуры является индустриальное рыбоводство, одним из основных представителей рыб, выращиваемых в нем, является нильская тилапия, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758).

На территорию Российской Федерации нильская тилапия завезена из Республики Куба в 1986 году (Привезенцев Ю.А., 2008). Вопросы выращивания тилапии в условиях нашей страны и использование отечественных комбикормов для ее кормления имеют огромное значение для

аквакультуры.

В последнее время отмечается тот факт, что рыбная мука становится дорогим и дефицитным компонентом для производства комбикормов, а также импортозависимым элементом. Поэтому, актуальным является использование доступных кормов, нетрадиционных и дешевых, близких по своей биологической ценности к традиционным и позволяющих уменьшить долю рыбной муки в рационах гидробионтов [Толоконников Г.Ю., 1979; Бахарева А.А., Грозеску Ю.Н., 1998; Гамыгин Е.А., Шилин И.В., 2000; Бойков Ю.А., Мухленов А.Г., и др., 2001; Остроумова И.Н., 2001; Гамыгин Е.А., Щербина М.А., Передня А.А., 2004; Абросимова Н.А., 2005].

Среди ученых, которые работали в области отечественной аквакультуры и чьи труды имеют практическое и теоретическое значение по теме исследования, следует отметить: Щербина М.А., 1985; Привезенцев Ю.А., 1985; Гамыгин Е.А., 1987; Власов В.А., 1989; Жигин А.В., 2002).

Цель и задачи исследований. Цель исследований: определить эффективность использования белкового концентрата «Агро-Матик» при выращивании тилапии.

Согласно поставленной цели сформулированы задачи:

1. Оценить гидрохимический режим при выращивании молоди.
2. Изучить рост, интенсивность обмена, биохимические показатели крови.
3. Выявить изменения экстерьерно-интерьерных и морфологических показателей, изучить микробиологический состав содержимого кишечника.
4. Определить химический, аминокислотный, жирно-кислотный и минеральный состав мышц выращенных рыб.
5. Получить основные рыбоводные показатели (выживаемость, выход иктиомассы, затраты корма, затраты протеина).
6. Установить целесообразный уровень введения в рацион рыб белкового концентрата «Агро-Матик».
7. Рассчитать экономическую эффективность выращивания тилапии при разных уровнях белкового концентрата «Агро-Матик».
8. Дать рекомендации производству.

Научная новизна исследований. Впервые в аквариальной кафедры аквакультуры и пчеловодства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в период с 2020 по 2021 год разработаны рецепты комбикормов, определены гидрохимический и температурные режимы, рост, рыбоводные показатели, химический, аминокислотный, жирно-кислотный, минеральный составы мышечной ткани рыб. Изучен микробиологический состав кишечника рыб, биохимия крови. Определена экономическая эффективность различного уровня белкового концентрата «Агро-Матик».

Теоретическая и практическая значимость работы. Проведенные исследования по использованию белкового концентрата «Агро-Матик» в кормлении тилапии отражают теоретическую и практическую значимость частичной замены белкового компонента корма. Установлен целесообразный

уровень ввода концентрата в корма.

Разработаны и апробированы новые рецептуры кормов. Результаты исследований могут быть использованы при производстве отечественных комбикормов, используемых при выращивании тилапии в индустриальном рыбоводстве. Применение белкового концентрата «Агро-Матик» может служить альтернативой рыбной муки в качестве частичной ее замены. Это приводит в конечном итоге к повышению рентабельности при выращивании тилапии.

Результаты работы могут быть использованы при написании монографий и составлении рекомендаций для рыбоводов, технологов, занимающихся выращиванием тилапий, а также при чтении курса «Кормление рыб».

Данные будут полезны для широкого круга специалистов науки и практики, работающих в области аквакультуры. Они могут использоваться сотрудниками производственных лабораторий рыбоводных и комбикормовых предприятий, бакалаврами, магистрами и аспирантами, задействованных по специальным научным программам.

Методология и методы исследований. Для достижения поставленной цели и реализации ее задач использовались современные методики и классические подходы, применяемые в аквакультуре для изучения рыбоводно-биологических, биохимических, морфологических и гидрохимических показателей. Результаты исследований обрабатывались статистически, с применением общепринятых методик биометрии и программы пакетов анализа Microsoft Excel (2010, 2016). Достоверность полученных значений оценивали по t-критерию Стьюдента (при уровне достоверности $p < 0,05$).

Положения, выносимые на защиту. На основании проведенных комплексных исследований на защиту вынесены следующие положения:

1. Изучен гидрохимический режим при различном уровне концентрата.
2. Установлен рост, интенсивность обмена, биохимические показатели крови при скармливании белкового концентрата.
3. Химический, аминокислотный, жирно-кислотный и минеральный состав мышц выращенных рыб при разных уровнях белкового концентрата.
4. Основные рыбоводные показатели (выживаемость, выход икhtiомассы, затраты корма, затраты протеина) при скармливании концентрата.
5. Установлен целесообразный уровень введения в рацион рыб белкового концентрата «Агро-Матик».

Степень достоверности результатов. Достоверность результатов диссертационных исследований обусловлена репрезентативным объемом изученного материала исследований. Исследования проводились в аккредитованном Испытательном центре качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов ФГБУ «ВГНКИ» на поверенном оборудовании.

Апробация результатов исследования. Материалы диссертации

доложены, обсуждены и получили положительную оценку на конференциях, конкурсах научных работ и выставках: Международной научной конференции профессорско-преподавательского состава, посвященной 125-летию со дня рождения В.С. Немчинова (Москва, 2019 г.); Международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 160-летию В.А. Михельсона (Москва, 2020 г.); Международной научно-практической конференции «Актуальные направления инновационного развития животноводства и современные технологии производства продуктов питания (пос. Персиановский, 2020 г.); Международной конференции «Перспективные технологии аквакультуры» (Москва, 2021 г.); Международной научной конференции профессорско-преподавательского состава, посвященной 155-летию РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва, 2020 г.); Всероссийской научной конференции молодых ученых и специалистов с международным участием, посвященной 155-летию со дня рождения Н.Н. Худякова (Москва, 2021 г.); на конкурсе «За производство высококачественных кормов и кормовых добавок» на 23-й Российской агропромышленной выставке «Золотая осень», (Москва, 2021 г.); на выставке «AGROS2022EXPO» в номинации «Лучшее кормовое решение» (Москва, 2022 г.).

Публикация результатов исследования. По материалам диссертации опубликовано 9 научных работ, в том числе 2 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Реализация результатов исследований. Диссертация – законченная работа, имеющая научно-хозяйственное, теоретическое и практическое значение для развития аквакультуры.

Опыты проведены по хоздоговорной тематике кафедры кормления животных по теме: «Эффективность использования белкового концентрата «Агро-Матик» при выращивании тилапии». Данные представлены в НПО «Агро-Матик» для последующего внедрения в процесс производства кормов для рыбы.

Результаты диссертации внедрены в учебный процесс, используются при подготовке студентов и аспирантов на кафедре кормления животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Личный вклад автора. Диссертация содержит материалы практического экспериментального характера, которые выполнены при непосредственном участии автора. Поиск информации, обзор литературы, методическая и экспериментальная часть работы, а также анализ и интерпретация полученных данных, их обобщение выполнены диссертантом самостоятельно.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 113 страницах; состоит из введения, основной части, содержащей 17 рисунков, 30 таблиц, заключения, библиографического списка (включает в себя 125 наименований, в том числе 65 – на иностранном языке), принятых сокращений и 6 приложений.

2. Методика и материал исследований

2.1. Характеристика объектов и условия проведения исследований

Экспериментальная работа проведена на базе аквариальной кафедры аквакультуры и пчеловодства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Объектом исследования послужила молодь тилапии (*Oreochromis niloticus*).

Из экспериментальной молоди нильской тилапии были сформированы 4 группы рыб, равные по количеству. Ежедекадно с момента зарыбления аквариумов проводилось контрольное взвешивание рыбы.

Таблица 1 – Основные параметры опыта

Показатель	Вариант опыта:			
	контроль	1-й вариант	2-й вариант	3-й вариант
Рацион	Контрольный комбикорм (корм «Агро-Матик»)	Комбикорм, в т.ч. 2,55% белкового концентрата «Агро-Матик»	Комбикорм, в т.ч. 3,40% белкового концентрата «Агро-Матик»	Комбикорм, в т.ч. 4,25% белкового концентрата «Агро-Матик»
Объем воды, л	100/300	100/300	100/300	100/300
Период исследований, сут.	44/26/60	44/26/60	44/26/60	44/26/60
Начальная масса молоди, г	1,6/17,5/29,8	1,6/22,6/55,6	1,6/22,1/50,2	1,6/19,5/36,5
Плотность посадки рыб, шт/м ³	450/300/150	450/300/150	450/300/150	450/300/150
Способ кормления	Вручную	Вручную	Вручную	Вручную

Выращивание проводили в прямоугольных стеклянных аквариумах объемом 100 л. Суточную норму кормления определяли в зависимости от массы тела рыб и температуры воды в соответствии с общепринятой технологией выращивания. Корм задавали вручную 4 раза в сутки: в 9 часов, в 13 часов, в 16 часов, в 20 часов, – визуально контролируя поедаемость.

Молодь по экспериментальным вариантам выращивали при одинаковой плотности посадки. Продолжительность эксперимента составила 44 дня (1-й опыт), 26 сут. (2-й опыт). В течение исследуемого периода условия выращивания поддерживались на одном уровне. Заключительный этап выращивания (3-й опыт) осуществлен в 300-литровых аквариумах с системой водооборотного обеспечения с внешними фильтрами воды.

Для сохранения чистоты эксперимента условия внутренней и внешней среды поддерживали на одном уровне во всех экспериментальных группах. Над всеми аквариумами, где выращивалась нильская тилапия, располагались индивидуальные световые лампы, которые работали с 9 до 21 часа (12 ч).

В течение всего эксперимента постоянно проводилась аэрация воды

помпами Resun Unistar Pow 300-2, мощностью 12 Вт, производительностью 700 л/ч. Накапливающиеся на фильтрах остатки корма удаляли вручную 1-2 раза в сутки. Для поддержания температуры в аквариумах на уровне 28 °С использовали терморегуляторы марки EHEIM Thermoscontrol мощностью 125 Вт, которые работали круглосуточно.

Таким образом, в системе осуществлялась механическая очистка воды. Смена воды осуществлялась ежедневно в количестве 10% от общего объема аквариума.

Контроль гидрохимического режима осуществляли ежедневно. Температурный режим, содержание кислорода и рН в воде регистрировали ежедневно с помощью термооксиметра и рН-метра фирмы «Hanna».

Гидрохимический анализ проб проводился на приборе IGS-90 (ионная хроматографическая система фирмы Dionex, США).

В дни контрольных ловов проводили взвешивание рыб на аналитических весах с целью учета особенностей роста и развития рыбы. Рассчитывался абсолютный прирост рыб и их относительная скорость роста.

Дополнительно для оценки скорости роста определяли коэффициент массонакопления (Км), рассчитанный по формуле, предложенной Барановым С.А. (1978):

$$K_m = (W_{2,1} - W_{1,1}) \times 3 / (t_2 - t_1),$$

где $W_{2,1}$ – масса рыбы в конце и начале периода выращивания;

$t_{2,1}$ – период выращивания.

Используя коэффициент массонакопления, сравнивали скорость роста рыб, имеющих различную начальную массу тела. Его величина зависит от внешних факторов (экологический коэффициент $K_{\text{э}}$) и от потенциально возможной скорости роста (генетический коэффициент $K_{\text{г}}$). При благоприятных значениях внешних условий (температурного и кислородного режимов, рН, плотности посадки и т.д.) величина K_m приравнивается к величине $K_{\text{г}}$.

Морфометрические показатели определялись путем измерений различных структур тела рыб (Правдин И.Ф., 1966).

Рыб вскрывали и подвергали полному морфологическому анализу. Определяли массу печени, желудочно-кишечного тракта, сердца, гонад. От тела отделяли голову, плавники, кожу с чешуей, мышцы и стволовой скелет (Шварц С.С., 1968; Смирнов В.С., 1972; Кублицкас А.К., 1976). Рассчитывали относительную массу отдельных органов и частей тела в процентах от массы тела.

Посол рыбы производился с использованием стандартной смеси для посола, в которую входили: соль – 98%; сахар – 2,0%. После посола производилось горячее копчение рыбы при температуре 80 °С в течение 2 ч с последующей дегустацией. Органолептическая оценка готовых продуктов проведена по 9-балльной шкале: внешний вид, цвет, запах, вкус, консистенция, сочность (Грикшас С.А., 2019).

Изучение микробиологического состава проводилось путем посадки на питательную среду. Проведена качественная реакция.

Изучены биохимические тесты крови: общий белок, мочеви́на, глюкоза, холестерин, АЛТ (аланинаминотрансфераза), АСТ (аспартатаминотрансфераза), ЛДГ (лактатдегидрогеназа), ЩФ (щелочная фосфатаза) и др.

При проведении гематологических исследований было использовано оборудование: Биохимический автоматический анализатор EXPRESS PLUS (CHIRON DIAGNOSTICS) производства США. Кровь у рыб на анализ брали из хвостовой артерии.

Расчет экономического эффекта осуществлялся по формуле Фридмана И.Л. (1986).

Для определения аминокислотного состава использовали ГОСТ 32195, сырую золу определяли согласно ГОСТ 32933, сырой протеин, влагу, сырой жир – по ГОСТ 7636, минеральный состав – согласно методическим указаниям МУК 4.1.1483-03, жирно-кислотный состав – по ГОСТ 31663, ГОСТ 31665.

Исследования проводили в арбитражной лаборатории Россельхознадзора, в Испытательном центре ФГБУ «ВГНКИ».

Результаты исследований обрабатывали статистически, с применением общепринятых методик биометрии и программы пакетов анализа Microsoft Excel (2010, 2016). Достоверность полученных значений оценивали по t-критерию Стьюдента (при уровне достоверности $p < 0,05$).

3. Результаты собственных исследований

3.1. Характеристика экспериментальных комбикормов

Для проведения опыта были подготовлены комбикорма с заданными показателями по содержанию протеина и жира. При анализе источников литературы определено, что молодь тилапии хорошо растет на кормах с содержанием протеина 38-45%. Исходя из этого разработаны три варианта комбикормов с одинаковым содержанием протеина и жира по 45% и 12% соответственно.

Отличались экспериментальные комбикорма только различным уровнем ввода белкового концентрата «Агро-Матик». Так, уровень составлял 2,55% белкового концентрата «Агро-Матик» в варианте 1 экспериментального комбикорма; 3,40% белкового концентрата «Агро-Матик» в варианте 2 экспериментального комбикорма; 4,25% белкового концентрата «Агро-Матик» в варианте 3 соответственно.

Состав экспериментальных комбикормов: шрот соевый (44% СП), мука рыбная (69% СП), мука пшеничная кормовая, масло подсолнечное, глютен кукурузный, мука кровяная, дрожжи кормовые (44% СП), белковый концентрат «Агро-Матик» (55% СП), мука перьевая, глютен пшеничный (75% СП), монокальцийфосфат, добавки кормовые.

Таблица 2 – Характеристика опытных комбикормов, %

Показатель	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Сырой протеин	45,21	45,08	44,95
Сырой жир	12,37	12,40	12,42
Сырая клетчатка	2,99	2,99	2,99
Сырая зола	8,69	8,63	8,56
Энергия, МДж/кг корма	13,0	13,0	13,0
ЭПО, кДж/г сырого протеина	28,75	28,84	28,92
Стоимость, руб/кг	52	52	52

В качестве контроля (контрольного варианта комбикорма) использовался коммерческий продукт ООО «НПО Агро-Матик».

Таблица 3 – Характеристика контрольного комбикорма, %

Показатель	Значение
Валовая энергия, МДж/кг	19,6
Сырой протеин	42
Сырой жир	11
Сырая клетчатка	3
Сырая зола	8
Стоимость, руб/кг	77

3.2. Гидрохимический режим

Одной из основных задач промышленного рыбоводства является оптимизация температурного режима, обеспечивающего наиболее благоприятные условия для интенсивного потребления и эффективного преобразования корма.

Таблица 4 – Температурный и кислородный режимы

Показатель	Группа			
	Контроль	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Температура °С, норма 25-30				
M	27,9	27,8	27,9	27,8
m	0,10	0,07	0,08	0,07
Min	26,1	26,7	26,9	26,3
Max	29,1	28,6	28,6	28,2
Cv, %	2,2	1,4	1,8	1,5
Кислород, мг/л, более 3,0				
M	6,6	6,4	6,3	6,4
m	0,3	0,3	0,3	0,3
Min	3,6	3,6	2,4	3,2
Max	9,6	9,8	9,4	9,3
Cv, %	23,5	25,6	27,6	27,0

Таблица 5 – Гидрохимические показатели, n = 12

Показатель	Группа			
	Контроль	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
pH, ед.	7,2±0,07	7,2±0,07	7,2±0,07	7,2±0,07
Катионы, г/л	164,3±13,1	161,0±23,2	142,9±23,1	148,8±27,0
Na	17,6±1,4	16,3±1,9	16,2±1,7	16,7±1,8
NH ₄ ⁺	26,6±4,2	18,4±2,7	8,9±5,9	10,5±5,5
K	6,7±0,6	8,0±1,0	9,0±2,0	9,4±2,1
Mg	21,3±2,0	20,1±2,8	18,4±2,3	18,6±2,7
Ca	95,0±12,8	98,3±18,0	88,9±13,6	91,2±16,6
Анионы, г/л	94,3±2,5	121,0±19,5	127,2±21,0	125,2±21,3
Cl	24,6±1,1	22,0±2,4	20,8±2,7	21,7±2,6
NO ₂ ⁻	1,5±0,5 ^{б/в/г}	2,4±0,2 ^{а/в/г}	0,50±0,08 ^{а/б}	0,40±0,04 ^{а/б}
	10,7±0,7 ^{б/в/г}	58,3±4,0 ^а	61,0±5,2 ^а	56,2±4,6 ^а
NO ₃ ⁻	7,7±0,3 ^{б/в/г}	5,6±1,8 ^{а/в/г}	7,3±0,5 ^{а/в/г}	11,0±1,9 ^{а/б/в}
PO ₄ ⁻	1,7±0,2 ^{б/в/г}	6,5±0,6 ^а	6,2±0,7 ^а	8,4±1,0 ^а
SO ₄ ⁻	50,9±0,7	50,1±0,7	49,6±1,1	49,3±1,7

Примечание. а/б/в/г – разность достоверна при p < 0,05.

Учитывая то, что опытная установка проводилась без биологической очистки, стабильность гидрохимического режима поддерживалась за счет аэрации, механической очистки (фильтры) и ежесуточной подмены воды 10-20%. Представленные данные показывают, что различия по концентрации катионов и анионов во всех вариантах были несущественными. Следует отметить достоверную разность по содержанию нитритов, что вызвано увеличением ихтиомассы в конце каждого этапа.

В целом, исходя из вышеперечисленного, можно подвести краткий итог, заключающийся в том, что показатели воды находились в рамках установленных общепринятых норм.

3.3. Интенсивность основного обмена

Таблица 6 – Интенсивность основного обмена, n = 6, мг*г/ч

Опыт	Группа			
	Контроль	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
1	0,423	0,412	0,425	0,433
2	0,375	0,352	0,400	0,345
2	0,265	0,269	0,266	0,301
Ср. УРК	0,354±0,05	0,343±0,04	0,364±0,05	0,360±0,04

При интенсивных методах выращивания в аквакультуре рост и развитие рыбы происходят за счет вносимого корма. Поэтому пищевые потребности

культивируемых рыб определяются тратой энергии на обменные процессы, прирост массы. Затраты энергии на обменные процессы у рыб определяется по интенсивности потребления кислорода.

Представленные данные указывают на то, что достоверные различия в вариантах по потреблению кислорода не выявлены. Исходя из этого, можно предположить, что корма с использованием белкового концентрата «Агро-Матик» не оказывают влияние на интенсивность основного обмена.

3.4. Биохимические показатели крови тилапий

Биохимические исследования выступают одним из наиболее важных методов изучения для определения влияния белковых концентратов в кормах для тилапии на их физиологическое состояние. Биохимические показатели могут быть использованы для определения эффективности добавки.

Таблица 7 – Биохимические показатели крови

Показатель	Единицы измерения	Группа			
		Контроль	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Общий белок	г/л	28,1	39,5	41,0	33,3
Общий билирубин	мкмоль/л	2,5	4,2	3,0	2,8
Прямой билирубин	мкмоль/л	0,1	0,3	0,4	0,2
Аспартат-аминотрансфераза	ЕД/л	64,2	91,5	143,9	154,5
Аланин-аминотрансфераза	ЕД/л	4,0	10,5	6,6	24,4
Щелочная фосфатаза	ЕД/л	20,8	18,6	19,6	14,2
Лактатдегидрогеназа	ЕД/л	1156,1	556,5	1241,0	1727,8
Креатинин	мкмоль/л	55,6	48,0	43,8	35,4
Мочевина	мкмоль/л	0,9	0,6	0,4	0,8
Глюкоза	ммоль/л	3,28	3,52	3,68	4,04
Амилаза общая	ЕД/л	3,8	24,1	2,8	4,6
Калий	ммоль/л	3,50	2,86	2,05	5,15
Натрий	ммоль/л	157,5	155,2	155,1	151,0
Кальций	ммоль/л	3,27	5,55	6,71	3,33
Фосфор	ммоль/л	2,89	4,32	4,27	3,69
Железо	ммоль/л	22,5	30,6	10,2	47,2
Магний	ммоль/л	1,16	1,74	1,77	1,36
Хлор	ммоль/л	136,6	132,7	130,8	130,7

В целом показатели биохимии крови соответствуют тилапии – с учетом ее биологических особенностей (широкий диапазон адаптационных возможностей).

Таким образом, введение различного уровня белкового концентрата «Агро-Матик» в корма не оказывает негативного действия на изучаемые показатели.

3.5. Рост тилапии по этапам выращивания

Проведенные исследования по выращиванию тилапии в течение 130 сут. на одном и том же корме, но с различным уровнем белкового концентрата дали различные результаты. Масса тилапий за весь период опыта в контрольном варианте достигла 78,0 г; в первом – 129,7 г; во втором – 99,4 г; в третьем – 75,3 г.

Следует отметить, что эффективность белкового концентрата наиболее высоко отразилась на интенсивности роста рыб в первый и второй периоды опыта, то есть на этапе окончательного формирования желудочно-кишечного тракта.

Наиболее высокая интенсивность роста тилапий в первом варианте опыта, вероятно, обусловлена применением белкового концентрата на уровне 2,55%.

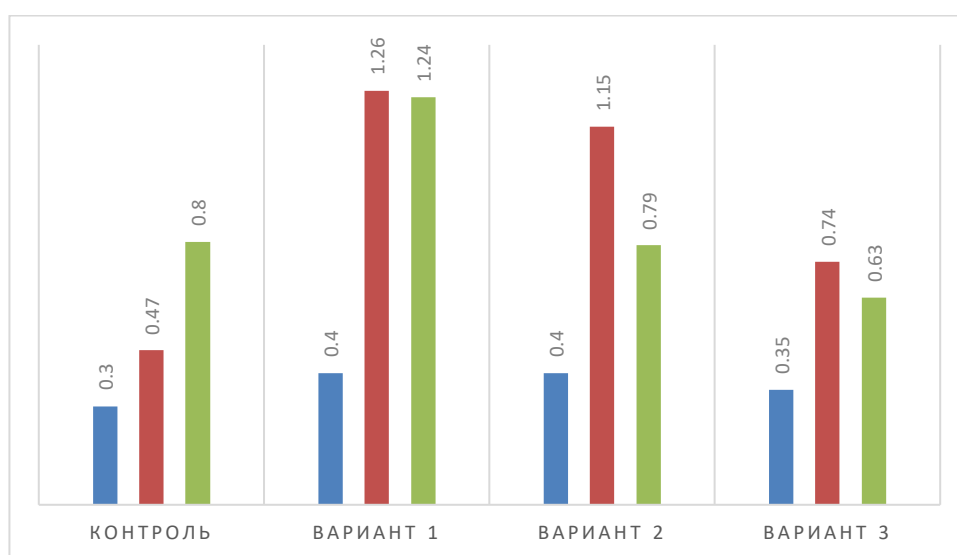


Рис. 1. Среднесуточный прирост тилапий на различных этапах выращивания, г/шт.

Проведенные исследования показывают, что наличие белкового концентрата в комбикорме 2,55-4,25% влияет на рост рыбы. Представленный материал указывает на то, что наиболее интенсивно росли тилапии в варианте 1 (2,55%), несколько медленнее – в варианте 2 (3,40%), 4,25% – в варианте 3.

Следует отметить, что увеличение количества белкового концентрата в кормах увеличивает интенсивность роста в опытных вариантах: 32, 30,8 и 17,1% соответственно в сравнении с контролем.

На втором этапе отмечена та же закономерность: на 85,9, 74,8, 30,2% соответственно увеличивается интенсивность роста тилапий в сравнении с контролем.

По третьему этапу прослеживается закономерность, заключающаяся в том, что конечная живая масса по-прежнему сохраняет преимущество у варианта 1.

3.6. Экстерьерные и интерьерные показатели тилапий

Особый интерес представляют профили телосложения тилапий: длина тела, длина головы, минимальная высота и обхват в сравнении с началом эксперимента на 3-14% меньше. Необходимо отметить увеличение индекса толщины тела на 8-21% и особенно коэффициента упитанности на 11-44% в сравнении с началом эксперимента, то есть введение белкового концентрата в опытные корма существенно не отразилось на индексах телосложения. Установлена достоверная разность по коэффициенту упитанности. Этот показатель в опытных кормах выше на 3% и 11% в варианте 1 и варианте 3 соответственно ($p < 0,05$).

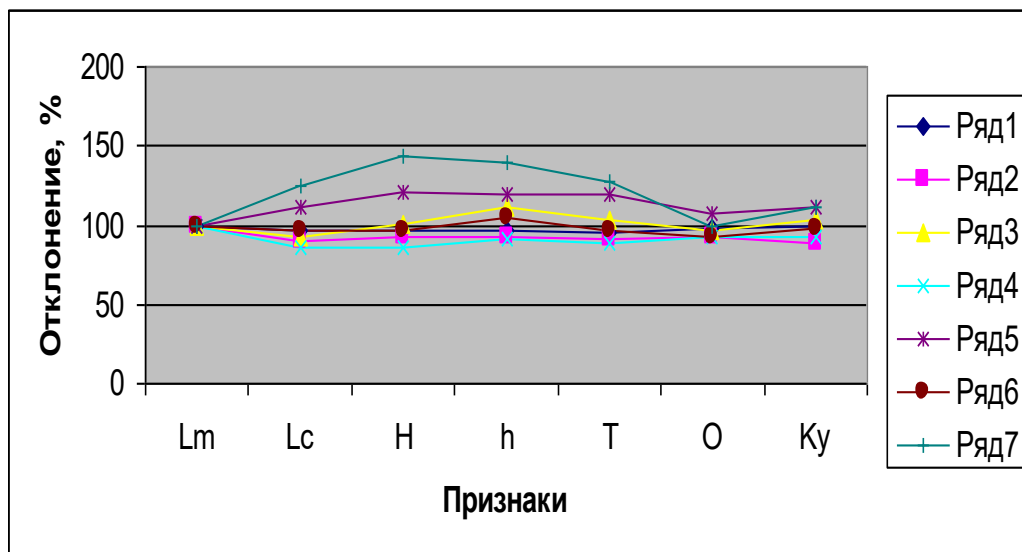


Рис. 2. Профили индексов экстерьера:

Ряд 1 – вариант 1-4; Ряд 2 – вариант 1; Ряд 3 – вариант 2; Ряд 4 – вариант 3;
Ряд 5 – вариант 4; Ряд 6 – вариант 1; Ряд 7 – вариант 2-4

Рост невозможен без развития внутренних органов. Построенный профиль свидетельствует о том, что с увеличением массы рыбы в сравнении с контролем относительная масса сердца, селезенки, печени, кишечника меньше. Печень и полостной жир в варианте 1 больше в сравнении с контролем и другими вариантами. Индекс печени, полостного жира и особенно гонады больше, чем в контроле и в других вариантах.

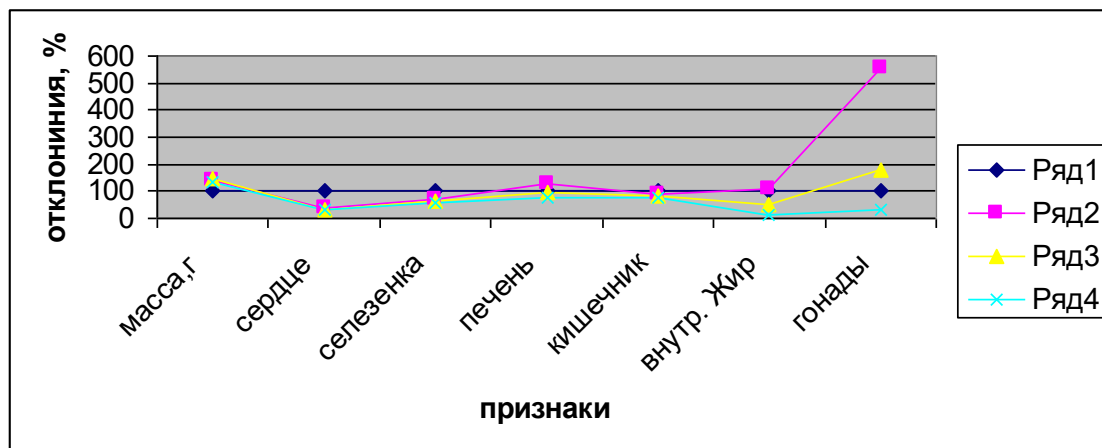


Рис. 3. Профили интерьерных признаков:

Ряд 1 – вариант 1; Ряд 2 – вариант 2; Ряд 3 – вариант 3; Ряд 4 – вариант 4

3.7. Микробиологический состав кишечника

Одним из главных элементов постоянного взаимодействия организма и окружающей среды является его пищеварительная система. Следует отметить тот факт, что при выращивании рыб создаются условия, которые близки к оптимальным. Корм, его качество и безопасность становятся наиболее значимыми внешними факторами.

Таблица 8 – Микробиологический состав кишечника тилапий

Группа микроорганизмов	Группа			
	Контроль	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
<i>Pseudomonas putida</i>	+	+	-	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	+	-	-	-
<i>Pseudomonas shigelloides</i>	+	-	+	-
<i>Citrobacter freundii</i>	-	+	-	-
<i>Bacillus cereus</i>	-	-	+	-
<i>Escherichia coli</i>	-	-	-	-

Примечание. + - наличие; -- отсутствие группы микроорганизмов.

Результаты исследований показали, что в кишечнике тилапии обнаружено разнообразное содержание микроорганизмов. Внешнее и внутренне состояние выращиваемых рыб находилось в норме, что может свидетельствовать о том, что тилапии содержались в оптимальных условиях.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что включение в рацион белкового концентрата «Агро-Матик» не вызвало отклонений в состоянии здоровья рыб и не нарушало процессы пищеварения. Напротив, в варианте 3, где наибольшее содержание белкового концентрата (4,25%), отмечено наименьшее присутствие условно-патогенной микрофлоры. Можно предположить, что белковый концентрат «Агро-Матик» вызывает сдерживание развития патогенной микрофлоры.

3.8. Химический состав мышечной ткани тилапии

Состав мышечной ткани тилапий содержит различные химические вещества, среди которых преобладают белки и небелковые азотистые соединения, жиры, минеральные вещества и вода. Главная ценность мышечной ткани тилапий состоит в том, что мясо содержит высокий процент протеина, который в свою очередь содержит незаменимые и заменимые аминокислоты. Белок мышечной ткани тилапий является полноценным.

Вторым важным по значимости показателем является содержание сырого жира, по которому можно судить об энергетической ценности рыбы. Следует отметить низкое содержание жира в мышечной ткани тилапии, что позволяет отнести мясо в разряд диетических продуктов. Незаменимые жирные кислоты в жирах у рыбы являются весьма важными и физиологически необходимыми веществами для питания человека.

Таблица 9 – Химический состав мышечной ткани тилапии, n = 6, %

Показатель	Группа			
	Контроль	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
М.д. влаги	76,60±0,63	76,37±0,89	76,44±0,41	76,57±0,46
М.д. сухого вещества	23,40±0,63	23,63±0,89	23,69±0,39	23,43±0,46
М.д. протеина	18,81±0,49	19,66±0,34	19,0±0,49	19,22±0,36
М.д. золы	1,41±0,06	1,38±0,09	1,40±0,10	1,26±0,06
М.д. жира	1,73±0,03	1,63±0,02	1,72±0,01	1,47±0,02

В целом по содержанию питательных веществ в мясе тилапии его можно рекомендовать как диетический продукт при функциональном питании человека.

3.9. Аминокислотный состав мышечной ткани тилапии

Рыбы являются ценным продуктом питания человека, так как содержат в своем составе не только полноценные белки, но и многие эссенциальные вещества. Диетологами отмечен тот факт, что белки рыб усваиваются организмом человека лучше, чем белки мяса животных. Белки рыб имеют оптимальное соотношение незаменимых аминокислот.

Таблица 10 – Аминокислотный состав мышечной ткани тилапии, n = 5, %

Аминокислота	Группа			
	Контроль	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Незаменимые аминокислоты				
Лизин	1,72	1,96	1,78	1,84
Валин	1,01	1,19	1,05	1,11
Лейцин	1,57	1,73	1,55	1,65
Изолейцин	0,86	1,00	0,88	0,90
Метионин	0,57	0,65	0,58	0,61
Аргинин	1,38	1,45	1,28	1,50
Треонин	0,91	1,07	0,95	0,95
Фенилаланин	0,81	0,92	0,82	0,88
Гистидин	0,48	0,63	0,55	0,57
Сумма	9,31	10,6	9,44	10,01

Из представленных данных можно сделать вывод о том, что при скормливании комбикорма с уровнем белкового концентрата 2,55% отмечается тенденция повышения количества незаменимых аминокислот – таких, как лизин, валин, лейцин, изолейцин, метионин, аргинин, треонин, фенилаланин, гистидин.

3.10. Жирно-кислотный состав мышечной ткани тилапии

Для оценки биологической ценности мышечной ткани тилапии исследовали жирно-кислотный состав. При правильном питании человека липиды обеспечивают 30% калорийности суточного рациона, из них 10% –

насыщенные жирные кислоты, 10% – мононенасыщенные и полиненасыщенные жирные кислоты соответственно.

Таблица 11 – Жирно-кислотный состав мышечной ткани теляти, n = 5, %

Жирная кислота	Группа			
	Контроль	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Насыщенные жирные кислоты				
Миристиновая	2,50	0,76	1,27	2,95
Арахидиновая	менее ПО	менее ПО	менее ПО	менее ПО
Пальмитиновая	25,38	21,47	30,08	25,71
Стеариновая	6,33	6,04	6,38	3,28
Бегеновая	менее ПО	менее ПО	менее ПО	менее ПО
Мононенасыщенные жирные кислоты				
Пальмитолеиновая	3,19	4,90	менее ПО	8,06
Гондоиновая, n-9	2,18	менее ПО	менее ПО	менее ПО
Олеиновая, n-9	38,20	18,33	15,72	24,81
Полиненасыщенные жирные кислоты				
Линолевая, n-6	17,49	35,90	26,09	23,71
Линоленовая, n-6	1,62	менее ПО	менее ПО	1,79
Арахидоновая, n-6 (ARA)	менее ПО	4,21	3,42	2,05
Эйкозапентаеновая, n-3 (EPA)	менее ПО	менее ПО	менее ПО	менее ПО
Докозапентаеновая, n-3 (DPA)	менее ПО	менее ПО	менее ПО	менее ПО
Докозагексаеновая, n-3 (DHA)	1,82	5,90	4,40	5,71

Примечание. Менее ПО – менее предела определения.

При использовании белкового концентрата в составе комбикормов в мышечной ткани теляти отмечается увеличение полиненасыщенных жирных кислот, что повышает питательную ценность мяса теляти. При этом полиненасыщенные жирные кислоты относятся к эссенциальным и поэтому должны поступать в организм человека с пищей.

Таким образом, применение различного уровня белкового концентрата позволяет получать продукцию высокого качества, которую также необходимо рекомендовать для функционального питания человека.

Минеральная часть мышечной ткани теляти представлена различными микро- и макроэлементами. Они в свою очередь участвуют во многих обменных процессах.

Рассматривая минеральный состав мускулатуры теляти для функционального питания населения, следует отметить достоверно ниже в вариантах 1 и 2 содержание кальция, чем в контроле и варианте 3. Из микроэлементов следует отметить достоверно большее в варианте 2 содержание ванадия, достоверное снижение количества железа в варианте 3, достоверно большее содержание кобальта при минимальном уровне белкового концентрата, достоверное увеличение количества селена и йода в опытных вариантах.

Таблица 12 – Минеральный состав мышечной ткани теляти, n = 5, мг/кг

Показатель	Группа			
	Контроль	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Макроэлементы, мг/кг				
Na	481 ± 48	583 ± 58	582 ± 58	459 ± 46
Mg	319 ± 32	300 ± 30	293 ± 29	302 ± 30
K	4740 ± 470	4720 ± 470	4520 ± 450	4760 ± 480
Ca	472 ± 47 ^{б/в}	261 ± 26 ^{а/в/г}	137 ± 14 ^{а/б/г}	422 ± 42 ^{б/в}
Микроэлементы				
V	0,14 ± 0,01	0,15 ± 0,02	0,39 ± 0,04	0,15 ± 0,01
Cr	0,55 ± 0,05	0,53 ± 0,05	1,03 ± 0,1	0,42 ± 0,04
Fe	0,99 ± 0,10 ^{в/г}	1,09 ± 0,11 ^{в/г}	1,44 ± 0,14 ^{а/б/г}	0,66 ± 0,07 ^{а/б/в}
Mn	0,22 ± 0,02	0,15 ± 0,01	0,16 ± 0,02	0,15 ± 0,02
Co	0,006 ± 0,001 ^{б/в/г}	0,035 ± 0,004 ^{а/в/г}	0,002 ± 0,0002 ^{а/б/г}	0,023 ± 0,002 ^{а/б/в}
Ni	0,18 ± 0,02	0,11 ± 0,01	0,051 ± 0,0051	0,17 ± 0,02
Cu	0,85 ± 0,09	0,66 ± 0,07	0,81 ± 0,08	0,51 ± 0,05
Zn	7,54 ± 0,75	5,94 ± 0,59	7,42 ± 0,74	7,02 ± 0,7
Se	0,081 ± 0,008 ^{б/в/г}	0,22 ± 0,02 ^{а/в/г}	0,11 ± 0,01 ^{а/б/г}	0,15 ± 0,02 ^{а/б/в}
Sr	0,52 ± 0,05	0,34 ± 0,03	0,14 ± 0,01	0,55 ± 0,06
I	0,009 ± 0,001 ^{б/в/г}	0,20 ± 0,02 ^{а/в/г}	0,052 ± 0,005 ^{а/б/г}	0,034 ± 0,003 ^{а/б/в}
Ba	0,012 ± 0,001	0,019 ± 0,002	0,02 ± 0,002	0,009 ± 0,001
Tl	0,0009 ± 0,0001	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Be	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
B	0,035 ± 0,004	0,051 ± 0,005	0,045 ± 0,004	0,045 ± 0,004
Al	0,43 ± 0,04	0,61 ± 0,06	0,46 ± 0,05	0,19 ± 0,02
Тяжелые металлы				
As	0,047 ± 0,005 ^{б/в/г}	0,19 ± 0,02 ^а	0,18 ± 0,02 ^а	0,21 ± 0,02 ^а
Cd	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Pb	0,0044 ± 0,0004	0,004 ± 0,0004	0,021 ± 0,0021	0,002 ± 0,0002

Примечание. а/б/в/г – разность достоверна при p<0,05.

Следует обратить внимание на тот факт, что введение различного уровня белкового концентрата в опытных кормах приводит к достоверному увеличению содержания мышьяка в мускулатуре. Данные концентрации не являются токсичными для человека. Концентрация кадмия и свинца существенно ниже ПДК в продуктах аквакультуры. Это свидетельствует о получении экологически безопасной продукции, что немаловажно в условиях текущей напряженной продовольственной обстановки.

3.11. Товарные качества мяса тилапии

Оценка товарных качеств, выращенных тилапий позволяет сделать некоторые заключения относительно качества мяса. Оценка проводилась после третьего этапа выращивания, то есть после откорма тилапий. Рыба разделывалась до тушки путем обезглавливания, затем производилось потрошение и отделение хвостового плавника. После этого тушки тилапий были подвергнуты приготовлению путем горячего копчения.

При анализе полученных данных можно сделать вывод о том, что тилапии, которые потребляли опытные корма с белковым концентратом, показывают результаты выше по массе сырой и готовой продукции соответственно в сравнении с контролем.

Проведены исследования морфологических показателей товарной тилапии по выходу готовой продукции после копчения тушек.

Необходимо отметить, что опытные тилапии, которых выращивали на кормах с использованием различного уровня белкового концентрата, на 0,4-0,9% показывают увеличение выхода кожи и мякоти. Также происходит уменьшение на 1,4% костей в мясе рыб, которые получали корма с различным уровнем белкового концентрата.

3.12. Дегустационная оценка мяса тилапии

Дегустационная оценка проведена по следующим показателям: внешний вид, цвет, запах, вкус, консистенция, сочность. За каждый показатель максимальная сумма составляла 9 баллов.

Дегустационная оценка мяса горячего копчения в контрольном и опытном вариантах показала высокие вкусовые качества. Общая сумма оценок дегустационных показателей составляет 168-170 баллов.

3.13. Рыбоводные показатели

3.13.1. Рыбоводные показатели первого этапа

При выращивании тилапий на контрольном комбикорме выход рыбопродукции не достигает соответствующих результатов по сравнению с тилапиями, потреблявшими опытные комбикорма с различным уровнем белкового концентрата. Но установлено, что конечная масса в опытных вариантах 1, 2 и 3 была выше в сравнении с контролем на 4,7; 4,5; 2,5 г соответственно. Вместе с тем следует отметить положительную тенденцию в получении более высокой рыбопродукции (ихтиомасса, кг/м³) в опытных вариантах. Так, в первом варианте ихтиомасса выше, чем в контроле, на 2,1 кг/м³, а варианты 2 и 3 также выше на 2,0 кг/м³ и на 1,1 кг/м³ соответственно. Лучший результат получен в варианте 1, где в рацион вводили белковый концентрат «Агро-Матик» в количестве 2,55%.

Таблица 13 – Рыбоводные показатели первого этапа

Показатель	Группа							
	Контроль		Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3	
Продолжительность опыта, сут.	1	44	1	44	1	44	1	44
Средняя масса рыбы, г	1,62	14,6	1,64	19,3	1,64	19,1	1,62	17,1
Количество, шт.	45	45	45	45	45	45	45	45
Выживаемость, %	-	100	-	100	-	100	-	100
Прирост ихтиомассы, г	-	584	-	795	-	786	-	697
Выход ихтиомассы, кг на 1 м ³	0,7	6,6	0,7	8,7	0,7	8,6	0,7	7,7
Суточный рацион, %	-	6,88	-	5,33	-	5,38	-	5,96
Затраты корма, кг/кг	-	1,89	-	1,39	-	1,41	-	1,58
Затраты протеина, г/кг		793,8		622,5		634,5		711,0
Стоимость корма		145,5		72,3		73,3		82,2

3.13.2. Рыбоводные показатели второго этапа

Рыбоводные показатели второго этапа выращивания представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Рыбоводные показатели второго этапа

Показатель	Группа							
	Контроль		Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3	
Продолжительность опыта, сут.	1	26	1	26	1	26	1	26
Средняя масса рыбы, г	17,5	29,8	22,60	55,4	22,1	52,1	19,5	38,8
Количество, шт.	30	30	30	30	30	30	30	30
Ихтиомасса, г	525	894	678	1662	663	1563	585	1164
Выживаемость, %	-	100	-	100	-	100	-	100
Прирост ихтиомассы, г	-	369	-	984	-	900	-	579
Выход ихтиомассы, кг на 1 м ³	5,3	8,9	6,8	16,6	6,6	15,6	5,9	11,6
Суточный рацион, %	-	3,96	-	2,96	-	3,11	-	3,96
Затраты корма, кг/кг	-	1,98	-	0,91	-	1,00	-	1,55
Затраты протеина, г/кг	-	831,6	-	409,5	-	450	-	697,5
Стоимость корма, руб/кг	-	152,4		47,3		52,0		80,6

В эксперименте выращивания тилапий на опытных комбикормах отмечается прямая закономерность: использование белкового концентрата в рационе обуславливает повышение их скорости роста, а соответственно и более высокий выход рыбопродукции с единицы объема (ихтиомасса, кг/м³). Ихтиомасса в первом варианте выше на 7,4 кг/м³ в сравнении с контролем, а в вариантах 2 и 3 выше на 6,7 и на 2,7 кг/м³ соответственно. Наибольший эффект получен при введении в рацион белкового концентрата на уровне 2,55%.

Сохранность (выживаемость) тилапий в период опыта составляла 100%. Тем не менее следует отметить, что повышение уровня белкового концентрата в комбикормах не оказало положительного эффекта на величину показателя сохранности рыб.

3.13.3. Рыбоводные показатели третьего этапа

Рыбоводные показатели заключительного этапа выращивания представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Рыбоводные показатели третьего этапа

Показатель	Группа							
	Контроль		Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3	
Продолжительность опыта, сут.	1	60	1	60	1	60	1	60
Средняя масса рыбы, г	29,8	78	55,40	129,70	52,10	99,40	37,40	75,30
Количество, шт.	22	16	27	27	20	14	19	17
Ихтиомасса, г	656	1248	1496	3502	1042	1392	711	1280
Выживаемость, %	-	73	-	100	-	70	-	89
Прирост ихтиомассы, г	-	592	-	2006	-	350	-	570
Выход ихтиомассы, кг на 1 м ³	2,2	4,2	5,0	11,7	3,5	4,6	2,4	4,3
Суточный рацион, %	-	2,16	-	2,27	-	1,13	-	1,83
Затраты корма, кг/кг	-	1,89	-	1,69	-	2,06	-	1,84
Затраты протеина, г/кг	-	793,8	-	760,5	-	927	-	828
Стоимость корма, руб/кг	-	145,5	-	87,8	-	107,1	-	95,7

При проведении третьего, заключительного этапа, тенденция по повышению скорости роста, приросту ихтиомассы и, как следствие, выходу ихтиомассы сохранилась у первого варианта, где использовались корма с 2,55% уровнем белкового концентрата «Агро-Матик».

3.14. Экономическая эффективность при выращивании тилапии на кормах с различным уровнем белкового концентрата «Агро-Матик»

Расчет экономической эффективности применения разного уровня белкового концентрата «Агро-Матик» проводился по формуле И.Л. Фридмана.

При проведении анализа расчета экономической эффективности можно сделать вывод о том, что применение комбикормов с уровнем введения 2,55%-ного белкового концентрата проявляет наибольшую экономическую эффективность: 742,0; 2153,0 и 4095,0 руб/м³ соответственно этапам выращивания.

Таблица 16 – Экономическая эффективность

Показатель	Группа		
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
1 этап			
Экономическая эффективность, руб/м ³	742,0	710,5	395,5
2 этап			
Экономическая эффективность, руб/м ³	2153,0	1859,0	735,0
3 этап			
Экономическая эффективность, руб/м ³	4095,0	1610,0	1505,0

4. Заключение

Комплексные исследования по изучению включения разного уровня белкового концентрата «Агро-Матик» в состав рационов молоди тилапии позволяют сделать следующие выводы.

1. При использовании различного уровня белкового концентрата «Агро-Матик» в составе рационов температурный и кислородный режимы находились в пределах общепринятых технологических норм при интенсивном выращивании тилапии. Концентрация катионов и анионов существенно не различалась.

2. Установлено, что введение белкового концентрата 2,55-4,25% в корма оказывает влияние на рост рыбы. В варианте 1 абсолютный прирост массы больше на 85,9%; в варианте 2 – на 74,8%; варианте 3 – на 30,2% в сравнении с контролем. При длительном кормлении опытными кормами происходит снижение прироста в варианте 3 через 30 сут., в варианте 2 – через 60 сут.

3. Применение кормов с различным уровнем белкового концентрата не оказало влияния на интенсивность обмена, биохимические показатели крови. Однако, введение концентрата 2,55 и 3,40% соответственно увеличивает количество общего белка, билирубина и снижает содержание мочевины.

4. Количественная зависимость (b) массы от большинства экстерьерных признаков близка и больше 3,0. Исключением является эта зависимость массы от толщины тела (b) меньше 3,0.

5. Профили относительных экстерьерных, интерьерных и морфологических признаков показали, что:

а) длина рыбы, головы, минимальная высота и обхват тела в сравнении с началом эксперимента снижаются на 3-14%, увеличивается индекс толщины тела на 8-21%, и особенно коэффициент упитанности – на 11-44% в сравнении с началом опыта. Введение белкового концентрата в опытные корма существенно не отразилось на индексах телосложения. Установлена достоверная разность коэффициента упитанности, который достоверно больше в вариантах 1 и 3;

б) с увеличением массы тилапии в сравнении с контролем относительная масса сердца (на 64-70%), селезенки (на 29-42%), печени (на 4-21%), кишечника (на 9-21%) меньше. Индекс печени, полостного жира и половых желез в варианте 1 (4,25%) больше в сравнении с контролем и другими вариантами;

в) относительная масса морфологических признаков в период исследований различается как между вариантами, так и в зависимости от массы рыбы. В опытных вариантах в процессе выращивания снижается относительная масса порки на 4-12%, головы на 3-24%, жабр на 34-52%, кожи на 39-66%, плавников на 33-50%. Минимальные отклонения характерны для варианта 3. Относительная масса порки снижается на 2-21%, мышц – на 12-31%, кроме варианта 3, и чешуи – на 5-42%.

6. Включение в рацион белкового концентрата «Агро-Матик» не вызвало отклонений в состоянии здоровья рыб и не нарушало процессы пищеварения. В варианте 3, где наибольшее содержание белкового концентрата (4,25%), отмечено наименьшее присутствие условно-патогенной микрофлоры. Можно предположить, что белковый концентрат «Агро-Матик» подавляет развитие патогенной микрофлоры.

7. Показано, что введение белкового концентрата в корма для тилапии увеличивает на 1-4,5% содержание сухого вещества в мышцах в сравнении с контролем. Разность является несущественной. Содержание золы, жира в вариантах 1 и 2 близко к контролю. В варианте 3 при вводе концентрата 4,25% содержание этих показателей на 14-15% ниже, чем в контроле.

8. Установлено, что для введения 2,25% белкового концентрата характерно повышение содержания незаменимых аминокислот (лизина, валина, лейцина, изолейцина, метионина, аргинина, треонина, фенилаланина, гистидина) в сравнении с контролем и другими опытными группами. При использовании белкового концентрата отмечается тенденция повышения линолевой кислоты.

9. Выявлено достоверное снижение в мышечной ткани тилапий в вариантах 1 и 2 кальция по сравнению с контролем и вариантом 3. Достоверно больше кобальта при минимальной дозе белкового концентрата, количества селена и йода. Это свидетельствует о получении экологически безопасной продукции.

10. Морфологические показатели товарной тилапии по выходу готовой продукции после копчения тушек являются несущественными. Отмечены на 0,4-0,9% увеличение выхода кожи и мякоти и уменьшение на 1,4% костей в мясе рыб, выращенных на кормах с использованием белкового концентрата. Дегустационная оценка мяса горячего копчения показала высокие вкусовые качества. Общая сумма дегустационных показателей составляет 168-170 баллов.

11. Основные рыбоводные показатели: выживаемость – 100%; выход ихтиомассы, кг/м³, на 30-87% больше в опытных вариантах; затраты корма на 30-54%, затраты протеина на 134-422 г/кг ниже. Минимальные значения получены при введении 4,25% белкового концентрата.

12. Установлен рациональный уровень введения белкового концентрата в корма для тилапии - 2,55%.

13. Экономический эффект от применения кормов с уровнем введения 2,55%; 3,40%; 4,25% белкового концентрата составил по этапам выращивания

1, 2 и 3 – 742,0; 2153,0; 4095,0 руб/м³ соответственно; 710,5, 1859,0, 1610 руб/м³ соответственно; 395,5; 735,0; 1505,0 руб/м³ соответственно.

4.1 Предложения производству

Рекомендуется вводить в состав комбикормов для тилапий 2,55% белкового концентрата. Продолжительность кормления монодиетой не должна превышать 30 и 60 суток при уровне введения белкового концентрата – 3,40% и 4,25% соответственно.

Химический, аминокислотный, жирно-кислотный и минеральный составы мышц тилапии следует учитывать в рекомендациях при составлении диет функционального питания населения.

4.2 Перспективы дальнейшей разработки темы

В перспективе научные исследования эффективности применения белкового концентрата «Агро-Матик» могут быть направлены на изучение других пород и возрастов тилапий и его применение в других типах рыбоводных направлений (прудовое, садковое, промышленное (УЗВ)).

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Публикации в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ

1. Буряков, Н.П. Результаты выращивания молоди тилапии на кормах с различным уровнем белкового концентрата «Агро-Матик» / Н.П.Буряков, Ю.И.Есавкин, Э.В. Бобунец, А.С. Петров, И.И. Берестнев, Е.А. Ковалев // Зоотехния. - 2022. - № 1. - С. 31-35.
2. Буряков, Н.П. Выращивание тилапии на кормах с различным уровнем белкового концентрата «Агро-Матик» / Н.П.Буряков, Ю.И. Есавкин, А.С. Петров, И.И. Берестнев // АгроЗооТехника. - 2022. - Т. 5. - № 1. - № п/п 2.

Публикации в других рецензируемых научных изданиях

3. Петров, А.С. Сравнительный анализ содержания токсичных элементов в белковом концентрате из белка насекомых и рыбной муке / А.С. Петров, М.С. Журавлев, Н.П. Буряков, Ю.В. Воскобойников // В сборнике: Актуальные направления инновационного развития животноводства и современные технологии производства продуктов питания: Материалы международной научно-практической конференции. – Персиановский: ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2020. - С. 352-355.
4. Петров, А.С. Сравнительный анализ содержания токсичных элементов в белковом концентрате «Агро-Матик» рыбной муке / А.С. Петров // В сборнике: Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 160-летию В.А. Михельсона. – М.: ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2020. - С. 157-160.
5. Буряков, Н.П. Роль тилапии в промышленном товарном рыбоводстве / Н.П. Буряков, А.С. Петров // Доклады ТСХА. – М.: ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2020. - С. 193-194.
6. Петров, А.С. Выращивание тилапии на кормах с различным уровнем ввода белкового концентрата «Агро-Матик» / А.С. Петров, Ю.И. Есавкин, Н.П. Буряков, Е.А. Ковалёв // В сборнике: Перспективные технологии аквакультуры. – М.: Изд-во «Перо», 2021. - С. 166-169.
7. Петров, А.С. Содержание токсичных элементов в тилапии, выращенной на кормах с использованием белкового концентрата «Агро-Матик» // А.С. Петров, Е.А. Небера, Н.С. Бардюгов // В сборнике: Перспективные технологии аквакультуры. – М.: Изд-во «Перо», 2021. - С. 170-172.
8. Пырников, А.С. Аминокислотный состав мышечной ткани тилапий, выращенных на кормах с использованием белкового концентрата «Агро-Матик» // А.С. Пырников, А.С. Петров, Ю.И. Есавкин, Н.П. Буряков // В сборнике: Перспективные технологии аквакультуры. – М.: Изд-во «Перо», 2021. - С. 173-175.
9. Буряков, Н. Белковый концентрат на основе люпина в кормлении тилапии / Н. Буряков, Ю. Есавкин, А. Петров, А. Пырников, И. Берестнев, А. Ставцев // Комбикорма. - 2022. - № 4. - С. 35-37.